

ลักษณะปรากฏของหินและการก่อตัวใหม่ของหมวดหินเขาขาดในพื้นที่จังหวัดสระบุรี
ตอนกลางของประเทศไทย



นาย สราวุธ ธรรมบุญญา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาธรณีวิทยา ภาควิชาธรณีวิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-14-2069-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LITHOFACIES AND DIAGENESIS OF THE KHAO KHAD FORMATION
IN THE VICINITY OF CHANGWAT SARABURI, CENTRAL THAILAND

Mr.Sarawuth Thambunya

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Geology

Department of Geology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic year 2005

ISBN 974-14-2069-2

481600

ศราวุฑ ธรรมบุญญา : ลักษณะปรากฏของหินและการก่อตัวใหม่ของหมวดหินเขาขาดในพื้นที่
จังหวัดสระบุรีตอนกลางของประเทศไทย. (LITHOFACIES AND DIAGENESIS OF THE
KHAO KHAD FORMATION IN THE VICINITY OF CHANGWAT SARABURI, CENTRAL
THAILAND) อ. ที่ปรึกษา: รศ. ดร. วิสุทธิ์ พิสุทธิธอานนท์, อ. ที่ปรึกษาร่วม: รศ. ดร. ชัยยุทธ
ขันทปราบ 271 หน้า. ISBN 974-14-2069-2.

หมวดหินเขาขาดของกลุ่มหินสระบุรีในจังหวัดสระบุรีประกอบด้วยลำดับชั้นของหินปูน หินปูน
เนื้อโคลิไมติก และหินดินดานปนหินทรายแป้ง มีชั้นและกระเปาะของหินเชิร์ตแทรกปน หมวดหินเขาขาด
สะสมตัวสมัยแอสทีเลียน ต้นยุคเพอร์เมียน ถึง สมัยคาพิตาเนียน กลางยุคเพอร์เมียน ในการศึกษาครั้งนี้ได้
ทำการตรวจวัดชั้นหิน และศึกษาลักษณะเฉพาะของลำดับชั้นตะกอน ทั้งหมด 29 แนว รวมระยะทาง
28,603 เมตร พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างหิน จำนวน 536 ตัวอย่าง โดยเลือกเก็บตัวอย่างหินเมื่อพบความ
เปลี่ยนแปลงของชนิดหินตามลำดับชั้นหิน จากนั้นนำหินไปตรวจสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อจำแนกลักษณะ
เฉพาะของเนื้อหิน ส่วนประกอบ และกำหนดชื่อหิน หมวดหินเขาขาด ประกอบด้วย ดิสมิไคต์ ไบโอมิไคต์
ไบโอมิรูไคต์ แพ็คไบโอมิไคต์ ไบโอเพลสแปร์ไรต์ ไบโอสแปร์ไรต์ อินทราสแปร์ไรต์ อินทราสแปร์ไรต์ ไบโอ
ลิไทต์ และแคลลิไทต์ การจำแนกลักษณะปรากฏทางกายภาพของลำดับชั้นตะกอนกระทำโดยใช้ลักษณะ
เฉพาะทางกายภาพ สามารถจำแนกลำดับชั้นตะกอนออกได้เป็น 15 แบบ ที่บ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมในการ
สะสมตัวของตะกอนบริเวณทะเลตื้นหลังสั่นคอน บริเวณสั่นคอน และบริเวณที่ลาดเอียงด้านหน้าสั่นคอน

หินในหมวดหินเขาขาดถูกเปลี่ยนแปลงด้วยกระบวนการก่อตัวใหม่ที่ซับซ้อน พบว่ากระบวนการ
ก่อตัวใหม่ในช่วงต้นประกอบด้วย กระบวนการมิกิริไตเซชัน การเชื่อมเม็ดตะกอนด้วยแร่แคลไซต์หลาย
ชนิด ได้แก่ชนิด ผลึกละเอียด กลุ่มแท่งเข็ม แท่งผลึก และผลึกพอกขยายจากเม็ดตะกอน นอกจากนี้ยังพบ
การละลาย การกดทับขณะตะกอนยังไม่แข็งตัว การแทนที่ด้วยแร่โดโลไมต์ชนิดผลึกละเอียด และละเอียด
ปานกลาง และการแทนที่ด้วยสารซิลิกา

กระบวนการก่อตัวใหม่ในช่วงปลายประกอบด้วย การแทนที่ด้วยแร่โดโลไมต์ชนิดผลึกหยาบ การ
แทนที่แร่โดโลไมต์ด้วยแร่แคลไซต์ และแร่แคลไซต์ที่มีธาตุเหล็กปน การละลายเนื่องจากการอัดแน่น และ
การตกผลึกใหม่ การวิเคราะห์ส่วนประกอบในเนื้อหินพบว่าออกซิเจนไอโซโทปมีค่าตั้งแต่ -5.96 ถึง 5.49
‰ และคาร์บอนไอโซโทปมีค่าตั้งแต่ -16.75 ถึง -2.31 ‰ ซึ่งน้อยกว่าค่ามาตรฐานของคาร์บอนเนตในน้ำทะเล
ในยุคเพอร์เมียน ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงในการก่อตัวใหม่ พบว่าหมวดหินเขาขาดมี
ปริมาณธาตุร่องรอยที่น้อยเช่นเดียวกับที่พบในกลุ่มหินราชบุรี และหมวดหินน้ามโหฬาร จังหวัดเลย

ภาควิชา ธรณีวิทยา..... ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา ธรณีวิทยา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2548..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4473842623 : MAJOR GEOLOGY

KEY WORD: Sedimentology / Lithofacies / Diagenesis / Permian carbonate rocks / Thailand

SARAWUTH THAMBUNYA: LITHOFACIES AND DIAGENESIS OF THE KHAO KHAD FORMATION IN THE VICINITY OF CHANGWAT SARABURI, CENTRAL THAILAND. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. VISUT PISUTHA-ARNOND, Ph.D. THESIS COADVISOR: ASSOC. PROF. CHAIYUDH KHANTAPRAB, Ph.D. 271 pp. ISBN 974-14-2069-2.

The Khao Khad Formation of Saraburi Group in the vicinity of Changwat Saraburi area is a repetitive sequence of limestone, dolomitic limestone and silt-shale with nodular and banded cherts. The age of the Khao Khad Formation lies between Asselian of Lower Permian to Capitanian of Middle Permian. Twenty nine measured sections, totally 28,603 meters long, were conducted to determine the lithological characteristics of sedimentary sequences. Altogether 536 rock samples of stratified sampling type were obtained from all the measured sections for petrographic determination of textures, composition and rock classification. The Khao Khad Formation consists of dismicrite, biomicrite, biomicrudite, packed biomicrite, biopelsparite, biosparite, intrasparite, intrasparudite, biolithite and calcilithite. Fifteen lithofacies were distinguished from the sequence indicating the depositional environments varying from shallow restricted marine to barrier bar and foreslope.

The rocks of Khao Khad Formation have suffered a complex diagenetic alteration. The processes occurred during early diagenesis were micritization, microcrystalline calcite cement, meniscus cement, acicular fibrous cementation, burrowing, microcrystalline dolomitization, radiaxial fibrous calcite cement, dog-tooth calcite cement, early compaction, equant calcite cement, blocky calcite cement, syntaxial overgrowth cementation, dissolution, microcrystalline dolomitization, mesocrystalline dolomitization, and silicification. The processes occurred during late diagenesis were macrocrystalline dolomitization, calcitization or dedolomitization, ferroan calcitization, dissolution compaction, and neomorphism.

The individual carbonate fabrics and the whole-rock samples have the isotopic composition varying from -5.96 to 5.49 ‰PDB for the $\delta^{13}\text{C}$ values and from -16.75 to -2.31 ‰PDB for the $\delta^{18}\text{O}$ values. Even though such the isotopic signature still reflect marine source, both $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values are somewhat lighter than the normal Permian seawater carbonates probably due to the isotopic exchange with lighter isotopic sources during diagenesis. The low contents of most trace elements in the rocks of Khao Khad Formation are similar to those found in the Ratburi limestone and Nam Maholan limestone from Loei.

Department Geology.....Student's signature *Sarawuth Thambunya*
Field of study Geology.....Advisor's signature *Visut Pisutha-arnond*
Academic year 2005.....Co-advisor's signature *Chaiyudh Khantaprab*

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to express his deep appreciation his thesis advisor, Associate Professor Dr. Visut Pisutha-Armond and co-advisor, Associate Professor Dr. Chaiyudh Khantaprab, for their invaluable advices, suggestion and critical reading of the manuscript. Grateful acknowledgements are extended TPI Polene Public Company Limited, especially Mr. Mana Trakulngam, Assistant Vice President, Mr. Kamol Thavomsate, CEO Consultant, and Mr. Sompop Teppanich, Assistant Quarry Department Manager, for the generous permission granted to him to undertake this study.

The author is highly indebted to his colleagues in Quarry Department, TPI Polene Public Company Limited, for their assistance and supports during the leave of works. Special recognition and thanks are also due to Mr. Phisit Dheeradilok, CEO consultant, and Mr. Lertsin Raksaskulwong, senior geologist, Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, for their suggestion and encouragement.

Assistant Professor Dr. Chakkaphan Sutthirat is gratefully acknowledged for supervise during the EPMA works. Dr. Christoph Hauenberger, Institute of Earth Sciences, University Graz, Austria, also gratefully acknowledged for the help analyzing the stable oxygen and carbon isotopes. Thanks are also extended to his friends in the Department of Geology, Chulalongkorn University for their help and encouragement.

This thesis could not have been accomplished without the help and encouragement of the author's parents.

CONTENTS

	Page
ABSTRACT IN THAI	iv
ABSTRACT IN ENGLISH	v
ACKNOWLEDGEMENTS.....	vi
CONTENTS.....	vii
LIST OF TABLES.....	xii
LIST OF FIGURES.....	xiv
CHAPTER I INTRODUCTION.....	1
1.1 Study Area.....	3
1.2 Objective	6
1.3 Scope of Works.....	6
CHAPTER II LITURATURE REVIEWS.....	7
2.1 Paleozoic Rock Studies in Thailand	7
2.2 Origin of chert.....	9
2.3 Occurrences of cherts in Thailand.....	12
2.4 Dolomitization processes.....	13
2.5 Carbonate diagenesis.....	17
CHAPTER III METHODOLOGY.....	22
3.1 Preparation stage.....	22
3.2 Field investigation.....	22
3.3 Laboratory works.....	23
3.4 Evaluation and report preparation.....	25
CHAPTER IV REGIONAL GEOLOGY.....	26
4.1 Geomorphology.....	27
4.2 Stratigraphy and distribution of rock types.....	29
4.2.1 Saraburi Group.....	33

	Page
4.2.2 Khorat Group.....	36
4.2.3 The Cenozoic Deposits.....	39
4.2.4 Igneous Rocks.....	40
4.3 Geological Structures.....	46
4.4 Geological Evolution.....	47
CHAPTER V LITHOFACIES.....	52
5.1 Khao Khad Area.....	53
5.1.1 Unit KD1.....	53
5.1.2 Unit KD2.....	59
5.1.3 Unit KD3.....	62
5.1.4 Unit KD4.....	68
5.1.5 Unit KD5.....	71
5.1.6 Unit KD6.....	73
5.1.7 Unit KD7.....	76
5.1.8 Unit KD8.....	79
5.1.9 Unit KD9.....	82
5.2 Khao Chan Area.....	84
5.2.1 Unit KC1.....	84
5.2.2 Unit KC2.....	90
5.2.3 Unit KC3.....	92
5.2.4 Unit KC4.....	94
5.2.5 Unit KC5.....	96
5.2.6 Unit KC6.....	99
5.2.7 Unit KC7.....	101
5.2.8 Unit KC8.....	103
5.2.9 Unit KC9.....	104

	Page
5.3 Rock units in Pak Chong to Khao Yai area.....	108
5.3.1 Unit PK1.....	108
5.3.2 Unit PK2.....	112
5.3.3 Unit PK3.....	116
CHAPTER VI DIAGENESIS.....	118
6.1 General Statement of Diagenesis.....	118
6.2 Elemental Compositions of Carbonate Constituents.....	119
6.3 Cathodoluminescence.....	122
6.4 Oxygen and Carbon Isotopes.....	124
6.4.1 The Original Isotopic Composition of Permian Seawater Carbonates.....	126
6.4.2 The Isotopic Composition of Various Diagenetic Fabrics	126
6.4.3 Comparison with Other Permian Carbonates.....	130
6.5 Carbonate Constituents.....	130
6.5.1 Fusulinid Tests.....	132
6.5.2 Crinoid Fragments.....	132
6.5.3 Brachiopod and Gastropod Shells.....	133
6.5.4 Bryozoa Fragments.....	133
6.5.5 Algal Fragments.....	134
6.5.6 Intraclasts.....	134
6.5.7 Pellets.....	135
6.5.8 Oncoids.....	135
6.5.9 Micrite.....	136
6.5.10 Calcite cement.....	137

	Page
6.6 Diagenetic Processes.....	137
6.6.1 Grain Destruction and Bioturbations.....	137
6.6.2 Meniscus Cementation.....	144
6.6.3 Calcite Cementation.....	146
6.6.4 Dolomitization.....	161
6.6.5 Silicification.....	169
6.6.6 Calcitization.....	172
6.6.7 Dissolution.....	174
6.6.8 Neomorphism.....	174
6.6.9 Compaction.....	176
6.7 Diagenetic Evolution.....	178
6.7.1 Early Diagenesis.....	180
6.7.2 Late Diagenesis.....	183
6.7 Diagenetic Evolution.....	184
CHAPTER VII LITHOSTRATIGRAPHIC CLASSIFICATION AND DEPOSITIONAL ENVIRONMENT.....	185
7.1 Lithostratigraphic Correlation.....	185
7.1.1 Lithofacies A: Calcilutite with nodular chert.....	190
7.1.2 Lithofacies B: Algal biolithite.....	191
7.1.3 Lithofacies C: Crinoidal calcirudite	193
7.1.4 Lithofacies D: Crinoidal calcirudite with nodular chert.....	194
7.1.5 Lithofacies E: Crinoidal calcirudite with banded dolomite.....	195
7.1.6 Lithofacies F: Grade-bedded calcarenite with banded chert.....	196
7.1.7 Lithofacies G: Fusulinid bearing fine calcirudite.	197

	Page
7.1.8 Lithofacies H: Coral biolithite.....	198
7.1.9 Lithofacies I: Laminated dolomitic calcarenite...	200
7.1.10 Lithofacies J: Fusulinid and intraclasts bearing calcirudite.....	201
7.1.11 Lithofacies K: Fenestral and disturbed dolomitic micrite.....	202
7.1.12 Lithofacies L: Fusulinid bearing calcarenite...	203
7.1.13 Lithofacies M: Intraclasts bearing calcarenite..	204
7.1.14 Lithofacies N: Argillaceous limestone with silty shale.....	205
7.1.15 Lithofacies O: Cross-laminated calcarenite.....	207
7.2 Reconstruction of Depositional Environment.....	207
7.2.1 The Transgressive Sequences.....	211
7.2.2 The Regressive Sequence.....	213
7.2.3 Conclusion.....	214
CHAPTER VIII CONCLUSION.....	215
8.1 Lithostratigraphy of the Khao Khad Formation.....	215
8.2 Facies change.....	219
8.3 Depositional environments.....	220
8.4 Diagenesis of the Khao Khad Formation.....	220
REFERENCES	222
APPENDICES	253
APPENDIX A.....	254
APPENDIX B.....	267
BIOGRAPHY	271

LIST OF TABLES

Table	Page
2.1 Average silica concentration in some natural water.....	10
4.1 Stratigraphic classification and nomenclature of Changwat Saraburi and neighbouring area.....	32
5.1 The lithologic descriptions and depositional environments of lithofacies of the Khao Khad Formation.....	144
5.1 The lithologic descriptions and depositional environments of lithofacies of the Khao Khad Formation (continue).....	145
6.1 The distribution coefficient of trace element in aragonite, calcite and dolomite.....	121
6.2 Summary of trace element contents of crinoid fragments.....	132
6.3 Summary of trace element concentrations of well preserved brachiopod shells.....	134
6.4 Summary of trace element compositions of micrite matrix.....	136
6.5 Summary of trace element compositions of micritized grains.....	140
6.6 Summary of trace element composition of microcrystalline calcite cement.....	147
6.7 Summary of trace element compositions of acicular fibrous calcite cement.....	149
6.8 Summary of trace element compositions of dog-tooth calcite cement..	151
6.9 Summary of trace element compositions of radiaxial fibrous calcite cement.....	153
6.10 Summary of trace element compositions of syntaxial overgrowths calcite cement.....	156
6.11 Summary of trace element compositions of equant calcite cement....	159

Table	Page
6.12 Summary of trace element compositions of blocky calcite cement.....	160
6.13 Summary of trace element composition of microcrystalline dolomite..	164
6.14 Summary of trace element composition of mesocrystalline dolomite...	165
6.15 Summary of trace element compositions of macrocrystalline dolomite.....	166
6.16 Summary of trace element compositions of authogenic quartz.....	170
6.17 Summary of trace element compositions of calcitized/dedolomite rhombs.....	173
6.18 Summary of trace element compositions of neomorphic calcite in matrix.....	176
6.19 Summary of trace element compositions of neomorphic calcite in grains.....	176
7.1 The lithologic descriptions and depositional environments of lithofacies of the Khao Khad Formation.....	208

LIST OF FIGURES

Figure	Page
1.1 Hypsographic map with three stratigraphic sections used for this study.....	4
1.2 Location of the study area and its vicinity illustrating the network of the national and provincial highways	5
4.1 Hypsographic map of Changwat Saraburi and neighbouring area.....	28
4.2 The drainage pattern map of Changwat Saraburi and neighbouring area.....	30
4.3 Geological map of Changwat Saraburi and neighbouring area.....	31
4.4 Schematic diagram of plate tectonic model of Tethyan region during Early Carboniferous to Late Triassic.....	50
4.5 Schematic diagram of plate tectonic model of Thailand during Middle Carboniferous to Cretaceous.....	51
5.1 Topographic map showing traverses of eleven measured sections along the Khao Khad route	54
5.2 The graphic representation of 11 measured sections along Khao Khad route.....	55
5.3 The graphic representation of the representative sedimentary sequence of Khao Khad Formation at Khao Khad area.....	56
5.4 An outcrop, rock slab and photomicrographs of fossiliferous micrite, packed biomicrite, poorly washed biopelsparite of unit KD1.....	58
5.5 Photomicrograph of poorly washed biosparite and calcareous microcrystalline chert of the unit KD1.....	59
5.6 The knotty exposures, rock slab of algal stromatolite build-up and photomicrograph of laminated algal stromatolite and pelsparite of the unit KD2.....	60

Figure	Page	
5.7	Photomicrograph of oncoillite, algal stromatolite and radiaxial fibrous calcite cement and macrocrystalline dolomite associated with sparry calcite cement in the central area of intergranular pore space of the algal stromatolite build-up of the unit KD2.....	63
5.8	Photomicrograph of the macrocrystalline dolomite An outcrop and rock slab of the unit KD3.....	64
5.9	Photomicrograph of packed biopelmicrite, unsorted biopelsparite, microcrystalline quartz and dolomitic biosparite of the unit KD3.....	66
5.10	An outcrop, rock slab and photomicrograph of calcareous silt, biosparite, vadose silt and meniscus cement of the unit KD4.....	69
5.11	Photomicrograph of biosparite showing micrite filled and abundant mesocrystalline dolomite of the unit KD4.....	70
5.12	An old quarry and rock samples of the unit KD5.....	72
5.13	Photomicrograph of packed biomicrudite, packed intramicrite, biopelsparite and intraclast bearing biosparudite of the unit KD5.....	74
5.14	Outcrops, rock slabs photomicrograph of fusulinid bearing biosparite, biopelsparite and packed biomicrite of the unit KD6.....	75
5.15	Photomicrograph packed biomicrite and silicified dolomitic limestone of the unit KD6.....	77
5.16	Outcrops, rock slabs of coquinite and small burrow of the unit KD7...	78
5.17	Photomicrograph of burrow, bird's eye structure and fenestral feature in disturbed micrite of the unit KD7.....	80
5.18	An outcrop, rock slab of weathered calcarenite interbedded with silicified argillaceous limestone and photomicrograph of packed biomicrite and silicified limestone of the unit KD8.....	81
5.19	An outcrop, rock slab and photomicrograph of packed biomicrite and silicified limestone of the unit KD9.....	83

Figure	Page	
5.20	Topographic map showing traverses of five measured sections along the Khao Chan route.....	85
5.21	The graphic representation of 5 measured sections along Khao Chan route.....	86
5.22	The graphic representation of the representative sedimentary sequence of the Khao Khad Formation at Khao Chan area.....	87
5.23	An outcrop, rock slab and photomicrograph of packed biomicrite, poorly washed biosparite, poorly washed biopelsparite and poorly washed biosparudite of the lower part of unit KC1.....	89
5.24	An exposure, rock slab of encrinite and photomicrograph of crinoidal biosparite of unit KC2.	91
5.25	The outcrop and photomicrograph of sorted biosparite, poorly washed biosparite of the unit KC3.....	93
5.26	An outcrop, rock slab and photomicrograph of poorly washed biosparite, dolomitic biomicrite of the unit KC4.....	95
5.27	An outcrop, rock slab and photomicrograph of poorly-washed intrasparite, packed biomicrite and fossiliferous micrite with microcrystalline quartz of the unit KC5.....	98
5.28	An outcrop, rock slab and photomicrograph of unsorted biosparite of the unit KC6.....	100
5.29	An outcrop and photomicrograph of packed intramicrite, biomicrite and dolomitic intrasparite of the unit KC7.....	102
5.30	An outcrop, rock slab and photomicrograph of poorly washed biosparite, intramicrite and porcelanite of the unit KC8.....	105
5.31	An outcrop and photomicrograph of poorly-washed biosparite, packed biomicrite and sparse biomicrite with microcrystalline quartz of the unit KC9.....	107

Figure	Page
5.32	Topographic map showing traverses of thirteen measured sections along the route Pak Chong to Khao Yai 109
5.33	The graphic representation of 13 measured sections at Pak Chong to Khao Yai route..... 110
5.34	The graphic representation of the representative sedimentary sequence of Khao Khad Formation at Pak Chong to Khao Yai area. ... 111
5.35	An outcrop, rock slabs and photomicrograph of packed biomicrite, aggrading neomorphic pseudosparite and quartz chert of the unit PK1..... 113
5.36	An outcrop, rock slabs and photomicrograph of packed biomicrite and disturbed micrite of the unit PK2..... 115
5.37	An outcrop, rock slabs and photomicrograph of fusuline biosparite and medium crystalline dolomitic biosparite of the unit PK2..... 117
6.1	The $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ cross- plot of various carbonate fabrics of the Khao Khad Formation and original Permian seawater carbonates..... 129
6.2	The $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ cross plot of the Khao Khad Formation, Ratburi limestone and Nam Maholan Formation..... 131
6.3	Photomicrograph of diagenetic fabrics, micritization and abrasion..... 139
6.4	Pictures of rock slab of dismicrite with abundant burrows and photomicrograph of diagenetic fabrics, burrows..... 143
6.5	Photomicrograph of diagenetic fabrics, cementation..... 145
6.6	Graphic plot of 4 trace element contents in the microcrystalline calcite cement, acicular fibrous calcite cement, dog-tooth calcite cement, radiaxial fibrous calcite cement and impure equant calcite cement..... 147
6.7	Photomicrograph of diagenetic fabrics, cementation..... 150

Figure	Page
6.8	Photomicrograph of diagenetic fabrics, cementation..... 155
6.9	Graphic plot of 4 trace elements contents of syntaxial overgrowths calcite cement..... 157
6.10	The trace element concentrations in microcrystalline, mesocrystalline and macrocrystalline dolomite..... 162
6.11	Photomicrograph of diagenetic fabrics, dolomitization..... 163
6.12	Photomicrograph of diagenetic fabrics, dolomitization and silicification..... 167
6.13	Photomicrograph of diagenetic fabrics, silicification..... 171
6.14	Photomicrograph of diagenetic fabrics, neomorphism and compactions..... 175
6.15	Generalized diagenetic sequence of the Khao Khad Formation in relative time..... 179
7.1	The stratigraphic correlation of the Khao Khad Formation from three measured section, Khao Khad, Khao Chan and Pak Chong to Khao Yai areas..... 187
7.2	Stratigraphic columns of the representative sections of fifteen lithofacies of the Khao Khad Formation..... 188
7.3	The characteristics of depositional environments of carbonate rocks... 189
7.4	The schematic block diagram representing the depositional model of the Khad Formation. A: During regression period. B: During transgression period. 210